

PAT-NO: JP406181187A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06181187 A  
TITLE: SPUTTERING SYSTEM  
PUBN-DATE: June 28, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NISHIJIMA, HIKARI  
IGARASHI, TAKASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04353070

APPL-DATE: December 11, 1992

INT-CL (IPC): H01L021/302, H01L021/31 , H05H001/00 , H05H001/46

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a sputtering system in which stability and uniformity are enhanced in plasma discharge by moving each magnet unit and each electrode relatively through a driver being controlled depending on the measurement results of a plasma monitor.

CONSTITUTION: DC voltage or high frequency voltage is applied from a power supply unit 18 to upper and lower electrodes 16, 17 in a processing chamber 11 of a sputtering system. The upper electrode 16 is cooled while a wafer 1 is mounted on a disc type lower electrode 17. A ring type permanent magnet 21 is arranged around the upper electrode 16 and moved up and down by means of an upper vertical driver 22. Similarly, a ring type permanent magnet 31 is

supported vertically upward on the outside of the lower electrode 17 and they are regulated by controlling vertical driving thereof through a controller 41. The controller 41 monitors discharging state of a probe 43 and distribution thereof thus regulating the permanent magnets 21, 31 to optimal positions.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-181187

(43)公開日 平成6年(1994)6月28日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302	C	9277-4M		
21/31	D			
H 0 5 H 1/00		9014-2G		
1/46		9014-2G		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-353070

(22)出願日 平成4年(1992)12月11日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 西島 光

群馬県高崎市西横手町111番地 株式会社

日立製作所高崎工場内

(72)発明者 五十嵐 崇

群馬県高崎市西横手町111番地 株式会社

日立製作所高崎工場内

(74)代理人 弁理士 梶原 辰也

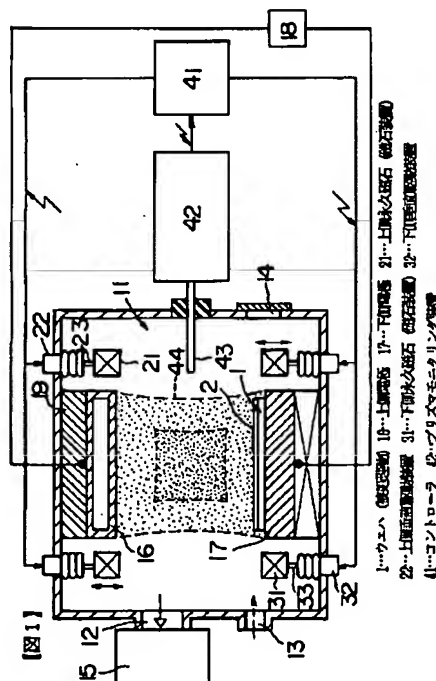
(54)【発明の名称】 スパッタリング装置

(57)【要約】

【目的】 プラズマ分布の均一性、プラズマ放電の安定性を高める。

【構成】 上下の電磁16、17の周りに配された磁石21、31が駆動装置22、23によって上下動され、上下の駆動装置22、32がコントローラ41によって制御される。コントローラ41はプラズマモニタリング装置43の測定データに応じて上下の駆動装置22、32を制御する。

【効果】 プラズマモニタリングデータに応じて、磁石21、31の電極16、17に対する位置が変更されるため、プラズマ分布の均一性、プラズマ放電の安定性を最適な状態に制御できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理物を収容する処理室と、この処理室内に設備されてプラズマを形成させる一対の電極と、両電極の周りにそれぞれ配されて電子を両電極の近傍に閉じ込める磁界を形成する各磁石装置とを備えているスパッタリング装置において、

前記各磁石装置および各電極が駆動装置によって相対的に移動されるように構成されているとともに、この駆動装置がコントローラによって駆動を制御されるように構成されており、

前記両電極によって形成されたプラズマを測定するプラズマモニタリング装置が設備されているとともに、このプラズマモニタリング装置が前記コントローラに接続されており、

コントローラはプラズマモニタリング装置の測定結果に応じて前記駆動装置を制御するように構成されていることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項2】 前記駆動装置は、前記各磁石装置および各電極の相対移動が両電極の軸心と平行方向になるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載のスパッタリング装置。

【請求項3】 前記駆動装置は、前記各磁石装置を各電極の径方向に移動させるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載のスパッタリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、スパッタリング技術、特に、スパッタリングを利用したエッチング処理技術に関し、例えば、半導体装置の製造工程において、半導体ウエハ（以下、ウエハという。）上に形成された金属膜や絶縁膜等にエッチング処理を施すスパッタリング技術に利用して有効なものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造工程において、ウエハ上に形成された金属膜や絶縁膜等にエッチング処理を施すのにスパッタエッチング処理方法が使用されることがある。このスパッタエッチング処理方法を実施するスパッタリング装置として、高周波電圧を印加されてプラズマを形成する一対の電極と、両電極周りにそれぞれ配されている永久磁石とを備えており、両永久磁石の磁界によって電子を各電極表面の近傍に閉じ込めるように構成されているスパッタリング装置、がある。

【0003】なお、スパッタエッチング技術を述べてある例としては、株式会社電気書院発行「プラズマプロセスの基礎」昭和60年11月19日発行、P225～P236、がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなスパッタリング装置においては、磁石装置として磁力の強さが一定である永久磁石が使用されているため、また、

両電極間距離および両永久磁石間の距離が固定されているため、処理室内が汚染されて処理室内の電気抵抗が変動したり、ウエハの材料が変更されたりする等により、両電極間のプラズマ放電状態が不安定になったり、プラズマ分布が不均一になったりした場合であっても、これを改善することができないという問題点があることが、本発明者によって明らかにされた。

【0005】本発明の目的は、両電極間のプラズマ放電の安定性およびプラズマ分布の均一性を向上させることができるスパッタリング装置を提供することにある。

【0006】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を説明すれば、次の通りである。

【0008】すなわち、被処理物を収容する処理室と、この処理室内に設備されてプラズマを形成させる一対の電極と、両電極の周りにそれぞれ配されて電子を両電極の近傍に閉じ込める磁界を形成する各磁石装置とを備えているスパッタリング装置において、前記各磁石装置および各電極が駆動装置によって相対的に移動されるように構成されているとともに、この駆動装置がコントローラによって駆動を制御されるように構成されており、前記両電極によって形成されたプラズマを測定するプラズマモニタリング装置が設備されているとともに、このプラズマモニタリング装置が前記コントローラに接続されており、コントローラはプラズマモニタリング装置の測定結果に応じて前記駆動装置を制御するように構成されていることを特徴とする。

## 【0009】

【作用】前記した手段によれば、両磁石装置および両電極が相対的に移動されるため、両電極によって形成されるプラズマはその放電状態および分布状態が変化されることになる。そして、この両磁石装置および両電極の相対的移動はプラズマモニタリング装置の測定結果に対して最適な状態になるように制御することができるため、そのプラズマ放電状態の安定状態、および、プラズマ分布状態の均一状態を創り出すことができる。

## 【0010】

【実施例】図1は本発明の一実施例であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。図2(a)、(b)はその作用を説明するための各線図である。

【0011】本実施例において、本発明に係るスパッタリング装置は、被処理物としてのウエハ1上に形成された金属膜2にスパッタエッチング処理を実施するスパッタリング装置として構成されている。

【0012】このスパッタリング装置10は処理室11を備えており、処理室11にはクライオポンプや油拡散

ポンプ等の真空ポンプ15が接続されている排気口12と、アルゴンガス等のような不活性ガスが供給されるガス供給口13と、被処理物としてのウエハ1を出し入れするための搬入搬出口14とが開設されている。

【0013】また、処理室11内には一対の電極16、17が上下において互いに平行になるように配設されており、上下の電極16、17間には直流電圧または高周波電圧を印加するための電源装置18が接続されている。上側に配された電極（以下、上側電極という。）16は支持部材19によって処理室11の天井面に固定されている。上側電極16は円板形状の中空体に形成されており、内部に配設された冷却部（図示せず）により冷却されるように構成されている。

【0014】他方、下側に配された電極（以下、下側電極という。）17は円板形状に形成されており、被処理物としてのウエハ1を載置されて保持し得るように構成されている。

【0015】上側電極16の外側には一方の磁石装置としての上側永久磁石21が配置されており、この永久磁石21は上側電極16を取り囲むように全体として円形リング形状に形成されている。そして、処理室11の天井面にはシリング装置等から成る直線運動駆動装置（以下、上側垂直駆動装置という。）22が上側電極16の外側に配されて、垂直方向下向きに設備されている。この上側垂直駆動装置22のプッシュロッド23の下端には上側永久磁石21が固定的に吊持されている。したがって、上側永久磁石21は上側垂直駆動装置22によって上下方向に移動されるようになっている。

【0016】他方、下側電極17の外側には他方の磁石装置としての下側永久磁石31が配置されており、この永久磁石31は下側電極17を取り囲むように全体として円形リング形状に形成されている。そして、処理室11の底面にはシリング装置等から成る直線運動駆動装置（以下、下側垂直駆動装置という。）32が下側電極17の外側に配されて、垂直方向上向きに設備されている。この下側垂直駆動装置32のプッシュロッド33の上端には下側永久磁石31が固定的に支持されている。したがって、下側永久磁石31は下側垂直駆動装置32によって上下方向に移動されるようになっている。

【0017】上側垂直駆動装置22および下側垂直駆動装置32はコントローラ41の出力端に接続されており、このコントローラ41は両方の垂直駆動装置22および32の駆動を制御するように構成されている。したがって、上側永久磁石21および下側永久磁石31は上側電極16および下側電極17に対する各位置を、コントローラ41の指定によってそれぞれ変更調整されるようになっている。

【0018】コントローラ41の入力端にはプラズマモニタリング装置42が接続されている。プラズマモニタリング装置42はプローブ針43を備えており、プロー

ブ針43は処理室12内に進退自在に挿入されている。このプラズマモニタリング装置42はプローブ針43によって処理室11内の径方向の各位置における電子温度や電子の密度およびプラズマ電圧等を測定することにより、プラズマの放電状態や分布状態をモニタリングし得るように構成されている。

【0019】そして、コントローラ41はこのプラズマモニタリング装置42によって測定されたプラズマ44の分布状態に対応して、上側垂直駆動装置22および下側垂直駆動装置32の駆動をそれぞれ制御することにより、上側永久磁石21および下側永久磁石31をそれぞれ最適位置に変更調整し得るように構成されている。

【0020】次に、前記構成に係るスパッタリング装置によるスパッタエッチング方法の一実施例を説明する。

【0021】まず、処理すべきウエハ1が処理室11内へ適当なハンドラ（図示せず）により搬入搬出口14から搬入されるとともに、下側電極17上に移載されて保持される。

【0022】その後、処理室11が排気口12により高真空（例えば、 $10^{-7}$ Torr）に排気されると、スパッタリングガスとしてのアルゴンガスがガス供給口13から処理室11に供給される。このガス供給により、処理室11内の圧力は、例えば、 $10^{-3}$ Torr程度になる。

【0023】続いて、両電極16、17間に電源装置18により直流電圧または高周波電圧が印加される。両電極16、17間の電圧印加によって、図1に示されているように、プラズマ44が両電極16、17間に形成される。

【0024】プラズマ44によってアルゴンが励起されてアルゴンによってウエハ1上に被着された金属膜2がスパッタリングされる。その結果、ウエハ1上の金属膜2はエッチング処理されることになる。このとき、プラズマ44の電子は上下の永久磁石21および31によって上下の電極16および17の近傍に閉じ込められる。

【0025】以上のような作動により所望のエッチング処理が終了すると、処理済みのウエハ1は下側電極17上からピックアップされて、搬入搬出口14からハンドラによって処理室11の外へ搬出される。続いて、次のウエハ1がハンドラによって下側電極17上に供給される。

【0026】以降、前記作動が繰り返されることにより、スパッタリングによるエッチング処理が各ウエハ1に順次実施されて行く。

【0027】ところで、プラズマ44の放電状態や分布状態は上下の永久磁石21および31が形成する磁界によって影響されるが、上下の電極16および17の周りにそれぞれ配された上下の永久磁石21および31が固定されている場合においては、プラズマ44の放電状態や分布状態が上下の永久磁石21および31から受ける

影響は常に一定になる。したがって、上下の電極16および17が固定されている場合においては、処理室11内が汚染されて処理室11内の電気抵抗が変動したり、ウエハ1の材料が変更されたりする等により、両電極16、17間のプラズマ44の放電状態が不安定になったり、プラズマ分布が不均一になったりした場合であっても、これを改善することができないことになる。

【0028】しかし、本実施例においては、上下の永久磁石21および31が上下の垂直駆動装置22および32によってそれぞれ上下方向に移動されるように構成されているため、プラズマ44の放電状態や分布状態に及ぼす上下の永久磁石21および31が形成する磁界を変更調整することができる。すなわち、上下の永久磁石21および31の位置を変更調整させることによって、プラズマ44の放電状態や分布状態を変更調整させることができる。

【0029】そして、本実施例において、この上下の永久磁石21および31の位置調整はコントローラ41の制御による上側垂直駆動装置22および下側垂直駆動装置32の駆動によって実行される。また、コントローラ41によるこの制御はプラズマモニタリング装置42のプラズマモニタリング測定に基づいて実行される。

【0030】次に、コントローラ41によるプラズマ44の制御についての一実施例を、プラズマの分布状態の変更調整作用について図2を用いて説明する。

【0031】ここで、図2はプラズマの濃度分布とエッチング量との関係を示す線図であり、(a)はプラズマ濃度分布を示す線図、(b)はエッチング量を示す線図である。図2中、横軸にはウエハの位置が示され、縦軸にはプラズマ濃度および膜厚が示されている。

【0032】例えば、プラズマモニタリング装置42によって測定されたプラズマ44の分布状態が、図2(a)に示されているように、ウエハの中央部に対応する領域において密度が濃くなり、その周辺部に対向する領域において密度が薄くなっていったと仮定する。このような場合には、図2(b)に示されているように、スパッタリングによるエッチングがウエハ1の中央部において早く進行し、その周辺部において遅く進行する傾向になる。

【0033】そこで、コントローラ41はプラズマモニタリング装置42からのこのプラズマの濃度分布に関するモニタリングデータに基づいて、上下の垂直駆動装置22および32によって上下の永久磁石21および31を互いに接近する方向にそれぞれ移動させる。すなわち、上側永久磁石21は下降され、下側永久磁石31は上昇される。

【0034】上下の永久磁石21および31が互いに接近する方向にそれぞれ移動されると、上下の永久磁石21および31の磁束密度分布の変位によって、プラズマ44が径方向外向きに引かれるため、中央部のプラズマ

密度の濃い領域が周辺部の薄い領域に拡散され、その結果、プラズマ44の濃度分布は全体的に均一化されることになる。そして、プラズマ44の濃度分布が全体的に均一な状態になると、スパッタリングによるウエハ1の金属膜2に対するエッチング処理の進行も全体にわたって均一な状態になる。

【0035】以上のようにして、本実施例においては、上下の永久磁石21および31の上下の電極16、17に対する位置を変更調整することにより、プラズマ濃度の分布を適宜変更調整することができるため、処理室11の汚染やウエハ1の材料の変更等によって、万一、プラズマ濃度の分布が予め設定された状態よりも不均一になった事態には、上下の永久磁石21および31を移動させることによって改善させることができる。

【0036】そして、プラズマの濃度分布を常に均一に維持することにより、ウエハ1の金属膜2に対するスパッタエッチング処理を全体にわたって均一かつ安定に進行させることができる。その結果、ウエハ1の金属膜2に対するエッチング処理を全体にわたって均一な状態にして、スパッタエッチング処理の品質および信頼性を高めることができるとともに、製品歩留りを高めることができる。

【0037】なお、プラズマの放電状態の安定性についての制御も前述したプラズマ濃度分布の均一性についての制御と同様に実施することができる。

【0038】また、プラズマモニタリング装置42のモニタリングデータに基づくコントローラ41を介しての上下の永久磁石21および31によるプラズマ44に対する制御は、実用のウエハ1に対するスパッタエッチング処理中に実行してもよいが、複数枚毎にダミーウエハを用いてプラズマの修正作業として定期的に行う方が好ましい。さらに、プラズマモニタリング装置42のモニタリングデータが予め設定された設定値よりも低下した際に実行する等、不定期的に実行してもよい。

【0039】以上説明した前記実施例によれば次の効果が得られる。

① 上下の永久磁石21および31の上下の電極16、17に対する位置を変更調整することにより、プラズマ濃度の均一性やプラズマ放電の安定性を制御することができるため、プラズマ濃度分布を常に均一に、また、プラズマ放電を常に安定に維持させることができる。

② プラズマ濃度分布を均一に、また、プラズマ放電を安定に維持することにより、スパッタエッチング処理を全体にわたって均一かつ安定に進行させることができるため、スパッタエッチング処理の品質および信頼性を高めることができるとともに、製品歩留りを高めることができる。

③ 上下の永久磁石21および31の位置調整をプラズマモニタリング装置42のモニタリングデータに基づいてコントローラ41によって実行すること

により、プラズマ濃度の均一性やプラズマ放電の安定性についての制御を常に最適に実行することができるため、スパッタエッチング処理の品質および信頼性並びに製品歩留りをより一層高めることができる。

【0042】図3は本発明の実施例2であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

【0043】本実施例2が前記実施例1と異なる点は、上下の永久磁石21および31が移動される代わりに、上側電極16が直線運動駆動装置24によって上下動されるように吊持されているとともに、この上側電極用駆動装置24がコントローラ41によって制御されるように構成されている点にある。

【0044】本実施例2においては、上側電極16の上下の永久磁石21および31に対する位置がコントローラ41の制御による上側電極用駆動装置24によって変更調整されることにより、プラズマ濃度分布の均一性やプラズマ放電の安定性が制御されることになる。したがって、本実施例2によれば、前記実施例1と同様の作用および効果が奏されることになる。

【0045】図4は本発明の実施例3であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

【0046】本実施例3が前記実施例1と異なる点は、上下の永久磁石21および31が移動されるのに加えて、上側電極16が直線運動駆動装置24によって上下動されるように吊持されているとともに、この上側電極用駆動装置24もコントローラ41によって制御されるように構成されている点にある。

【0047】本実施例3においては、上下の永久磁石21および31の上下の電極16および17に対する位置がコントローラ41の制御による上下の垂直駆動装置22および32によって変更調整されるのに加えて、上側電極16の上下の永久磁石21および31に対する位置もコントローラ41の制御による上側電極用駆動装置24によって変更調整されることにより、プラズマ濃度分布の均一性やプラズマ放電の安定性が制御されることになる。

【0048】したがって、本実施例3によれば、プラズマ濃度分布の均一性やプラズマ放電の安定性が前記実施例1よりも一層精密に制御されることになるため、前記実施例1の効果をより一層高めることができる。

【0049】図5は本発明の実施例4であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

【0050】本実施例4が前記実施例1と異なる点は、上下の永久磁石21および31が上下方向に移動される代わりに、上側永久磁石21Aおよび下側永久磁石31Aが周方向に分割されているとともに、各分割体が各水平駆動装置25および35によってそれぞれ径方向内外に移動されるように支持されており、この各水平駆動装置25および35がコントローラ41によって制御されるように構成されている点にある。

【0051】本実施例4においては、上下の永久磁石21Aおよび31Aの上下の電極16および17に対する径方向の位置がコントローラ41の制御による上下の水平駆動装置25および35によってそれぞれ変更調整されることにより、プラズマ濃度分布の均一性やプラズマ放電の安定性が制御されることになる。

【0052】したがって、本実施例4によれば、前記実施例1と同様の作用および効果が奏されることになる。

【0053】図6は本発明の実施例5であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

【0054】本実施例5が前記実施例1と異なる点は、上下の永久磁石21Aおよび31Aが上下の垂直駆動装置22および32によって上下方向に移動されるのに加えて、上側永久磁石21Aおよび下側永久磁石31Aが周方向に分割されているとともに、各分割体が各水平駆動装置25および35によってそれぞれ径方向内外に移動されるように支持されており、この各水平駆動装置25および35がコントローラ41によって制御されるように構成されている点にある。

【0055】本実施例5においては、上下の永久磁石21Aおよび31Aの上下の電極16および17に対する上下方向の位置がコントローラ41の制御による上下の垂直駆動装置22および32によってそれぞれ変更調整されるのに加えて、上下の永久磁石21Aおよび31Aの上下の電極16および17に対する径方向の位置がコントローラ41の制御による上下の水平駆動装置25および35によって変更調整されることにより、プラズマ濃度分布の均一性やプラズマ放電の安定性が制御されることになる。

【0056】したがって、本実施例5によれば、プラズマ濃度分布の均一性やプラズマ放電の安定性が前記実施例1よりも一層精密に制御されることになるため、前記実施例1の効果をより一層高めることができる。

【0057】以上本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0058】例えば、プラズマモニタリング装置としては、プローブ針によるプラズマモニタリング装置を使用するに限らず、レーザ誘起蛍光法によるプラズマモニタリング装置等を使用してもよい。

【0059】また、磁石装置としては、永久磁石を使用するに限らず、電磁石装置を使用してもよい。

【0060】処理室の構造、ウエハの保持構造、ハンドリング機構および磁石装置の駆動装置の具体的構成は、処理条件等によって適宜選定することが望ましい。

【0061】以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野であるスパッタエッチング技術に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、スパッタリングによる

成膜処理等にも適用することができる。

#### 【0062】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、次の通りである。

【0063】上下の永久磁石の上下の電極に対する位置を変更調整することにより、プラズマ濃度の均一性やプラズマ放電の安定性を制御することができるため、プラズマ濃度分布を常に均一に、また、プラズマ放電を常に安定維持させることができる。

【0064】プラズマ濃度分布を均一に、また、プラズマ放電を安定に維持することにより、スパッタエッチング処理を全体にわたって均一かつ安定に進行させることができるため、スパッタエッチング処理の品質および信頼性を高めることができるとともに、製品歩留りを高めることができる。

【0065】上下の永久磁石の位置調整をプラズマモニタリング装置のモニタリングデータに基づいてコントローラによって実行することにより、プラズマ濃度の均一性やプラズマ放電の安定性についての制御を常に最適に実行することができるため、スパッタエッチング処理の品質および信頼性並びに製品歩留りをより一層高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例であるスパッタリング装置を

示す正面断面図である。

【図2】その作用を説明するための各線図であり、(a)はプラズマ濃度分布を示す線図、(b)はエッチング量を示す線図である。

【図3】本発明の実施例2であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

【図4】本発明の実施例3であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

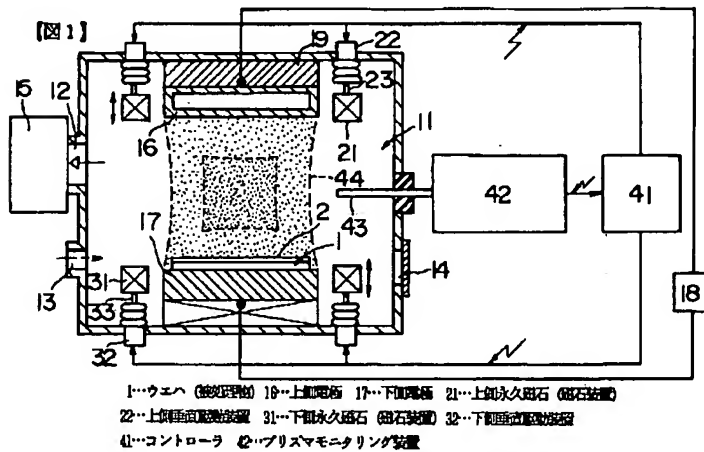
【図5】本発明の実施例4であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

【図6】本発明の実施例5であるスパッタリング装置を示す正面断面図である。

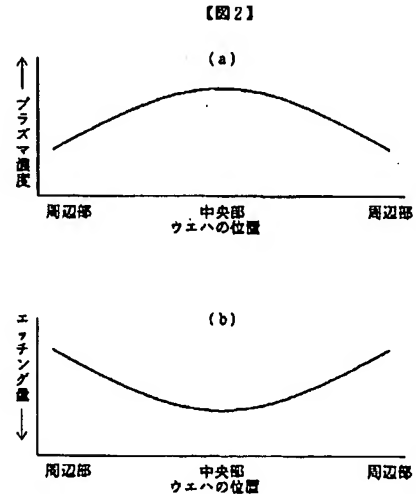
#### 【符号の説明】

1…ウエハ（被処理物）、2…金属膜、10…スパッタリング装置、11…処理室、12…排気口、13…ガス供給口、14…ウエハ搬入搬出、15…真空ポンプ、16…上側電極、17…下側電極、18…電源装置、19…支持部材、21…上側永久磁石（磁石装置）、22…上側垂直駆動装置、23…プッシュロッド、24…上側電極用垂直駆動装置、25…上側水平駆動装置、31…下側永久磁石（磁石装置）、32…下側垂直駆動装置、33…プッシュロッド、35…下側水平駆動装置、41…コントローラ、42…プラズマモニタリング装置、43…プローブ針、44…プラズマ。

【図1】

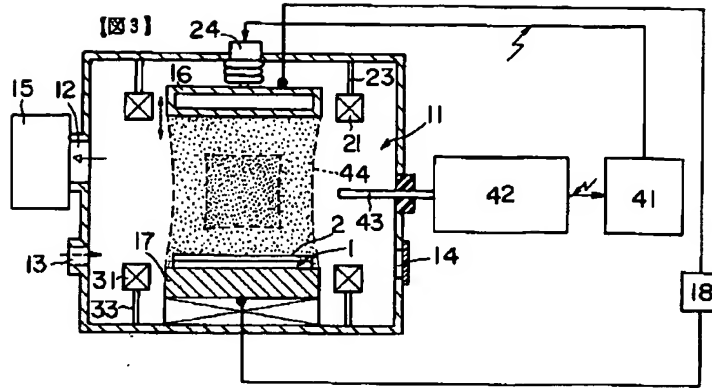


【図2】

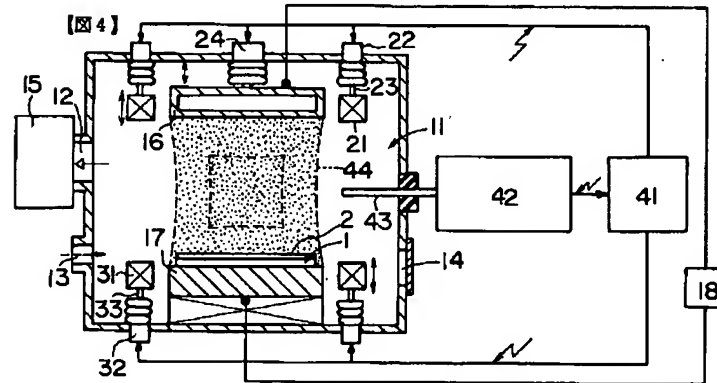




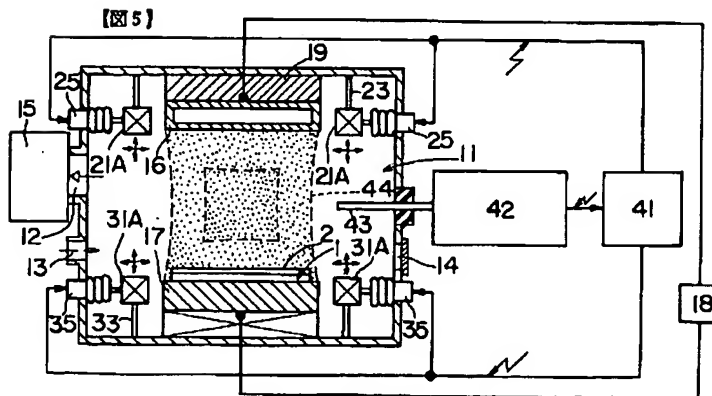
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

